

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-081012

(43)Date of publication of application : 31.03.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/205

(21)Application number : 08-237655

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 09.09.1996

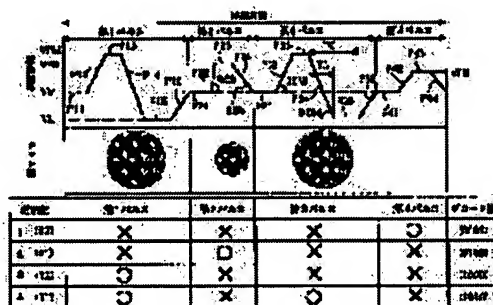
(72)Inventor : KITAHARA TSUYOSHI

(54) DRIVE DEVICE FOR INK JET PRINTING HEAD AND DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a high grade gradation printing without lowering the printing efficiency in relation to time for printing by controlling the diameter of a recording dot variably on a recording paper.

SOLUTION: A drive signal to be outputted per single printing cycle is composed of a first pulse, a second pulse, a third pulse and a fourth pulse totaling four drive pulses. The first pulse and the third pulse jet an ink droplet equal to a medium-size dot. The second pulse jets an ink droplet equal to a small-size dot. The fourth pulse only gives a fine oscillation to a meniscus. The gradation value to be initially given is decoded as the 4-bit print data consisting of bit data corresponding to each of the drive pulses. Thus it is possible to properly select either one of the drive pulses or a plural number of the drive pulses, and further, perform a multigradation printing by variably controlling the diameter of recording dots on a recording paper.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-81012

(43)公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
	2/055			1 0 3 X
	2/205			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平8-237655

(22)出願日 平成8年(1996) 9月9日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 北原 強

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

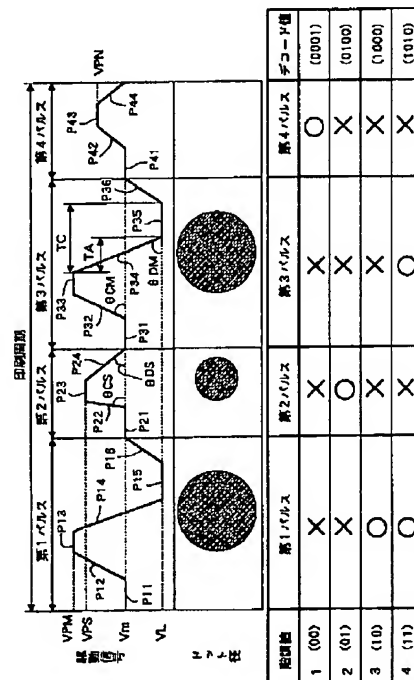
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 インクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法

(57)【要約】

【課題】 記録紙上の記録ドット径を可変に制御して、印刷時間を低下させることなく高品位の階調印刷を実現すること。

【解決手段】 一印刷周期毎に出力される駆動信号を、第1パルス、第2パルス、第3パルス及び第4パルスの合計4つの駆動パルスから構成する。第1パルス及び第3パルスは中ドット相当のインク滴を吐出させる。第2パルスは小ドット相当のインク滴を吐出させる。第4パルスはメニスカスに微振動を与えるのみである。最初に与えられる階調値を、各駆動パルスにそれぞれ対応したビットデータからなる4ビットの印字データにデコードする。これにより、各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを適宜選択することができ、記録紙上の記録ドット径を可変に制御して多階調印刷を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置において、

インク滴をそれぞれ吐出させるための複数の駆動パルスを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、

前記各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データに基づいて、前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを前記圧力発生素子に対して一印刷周期内で選択的に入力させるスイッチ手段とを備えたことを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項2】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置において、

それぞれインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと第2の駆動パルスと第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、

前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により、一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能な印字データを生成する印字データ生成手段と、

前記印字データに基づいて、前記駆動信号を前記圧力発生素子に対して入力させるスイッチ手段とを備え、

前記駆動信号は、第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと、前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと、前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んで構成されていることを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項3】 前記印字データは、前記駆動信号の各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を組み合わせてなり、インク滴を吐出させない第1の階調値と、前記第2の駆動パルスのみを選択して前記第2のインク滴を吐出させる第2の階調値と、前記第1の駆動パルスまたは前記第3の駆動パルスのいずれかを選択して前記第1のインク滴または前記第3のインク滴のいずれかを吐出させる第3の階調値と、前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスを選択して前記第1のインク滴及び第3のインク滴を吐出させる第4の階調値とが、選択可能であることを特徴とする請求項2に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項4】 前記駆動信号は、インク滴が吐出しない程度に前記圧力発生素子を作動させる第4の駆動パルスを含み、前記印字データが選択可能な第1の階調値では該第4の駆動パルスのみを選択することを特徴とする請

求項3に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項5】 前記第1の駆動パルスと前記第3の駆動パルスとの間の周期がプリントヘッドの最大駆動周期に設定されていることを特徴とする請求項2～請求項4のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項6】 前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、中間電位から第1の最大電位まで上昇する第1の電圧上昇波形と、前記第1の最大電位を維持する第1の最大電位維持波形と、前記第1の最大電位から最低電位まで下降する第1の電圧下降波形と、前記最低電位を維持する最低電位維持波形と、前記最低電位から前記中間電位に復帰する中間電位復帰波形とを有してそれぞれ構成され、

前記第2の駆動パルスは、中間電位から前記第1の最大電位よりも小さい第2の最大電位まで上昇する第2の電圧上昇波形と、前記第2の最大電位を維持する第2の最大電位維持波形と、前記第2の最大電位から中間電位まで下降する第2の電圧下降波形とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項7】 前記第1の電圧下降波形における電圧勾配は、前記第1の電圧上昇波形における電圧勾配よりも大きいことを特徴とする請求項6に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項8】 前記第1の電圧下降波形における電圧降下時間は前記圧力発生素子の固有振動周期と略同一に設定され、前記第1の電圧下降波形の開始から前記中間電位復帰波形の開始までの時間がヘルムホルツ周期と略同一に設定されていることを特徴とする請求項6または請求項7に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項9】 前記圧力発生素子は、圧電振動子であることを特徴とする請求項1～請求項8のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項10】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、圧力発生室を膨縮させて前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動方法において、

第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を駆動信号発生手段により発生させ、

前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能に生成

された印字データをスイッチ手段に入力し、前記印字データに基づいてスイッチ手段を駆動することにより前記駆動信号を前記圧電振動子に対して入力させることを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、同一のノズルから異なる大きさのインク滴を吐出することができるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法に関し、特に、一印刷周期中に複数のインク滴を吐出可能なインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インクジェット式のプリンタは、副走査方向（垂直方向）に多数のノズルを備えたプリントヘッドを有しており、このプリントヘッドをキャリッジ機構によって主走査方向（水平方向）に移動させ、所定の紙送りを行うことで所望の印刷結果を得るものである。ホストコンピュータから入力された印刷データを展開してなるドットパターンデータに基づいて、プリントヘッドの各ノズルからインク滴がそれぞれ所定のタイミングで吐出され、これらの各インク滴が記録紙等の印刷記憶媒体に着弾し付着することにより、印刷が行われる。このようにインクジェット式のプリンタは、インク滴を吐出するかしないか、つまりドットのオンオフ制御を行うものであるため、このままでは灰色等の中間階調を印刷出力することができない。

【0003】そこで、従来より、例えば、1つの画素を 4×4 、 8×8 等の複数のドットで表現することによって中間階調を実現する方法が採用されている。 4×4 のドットマトリクスで1つの画素を表現すれば、16階調（全白を含めると17階調）で濃淡を表すことができる。画素の分解能を上げれば、より細やかに階調表現を行うことができる。しかし、記録ドット径を変えずに階調を上げると実質的な解像度は低下する。また、記録紙上の記録ドット径が大きいと、低濃度領域の粒状性が目立つようになる。従って、インク滴の重量を少なくして記録ドット径を小さくする必要がある。

【0004】例えば、特開昭55-17589号公報等に記載されているように、インクを収容した圧力室を膨張させてから収縮させるという、いわゆる「引き打ち」を行うことによって、吐出するインク滴の重量を少なくし、記録ドット径を小さくすることが可能である。

【0005】記録ドット径が小さくなれば、低濃度領域での粒状性が目立たず印刷品質を高めることができるが、印刷速度が大幅に低下する。例えば、通常の記録ドット径の半分にした小径のドットを用いる場合は、通常の記録ドット径を用いた場合の4倍の印刷時間を要する。印刷速度の低下を防止するためには、インク滴を吐

出す駆動周波数を4倍に高めるか、あるいはノズル数を4倍に増やせばよいが、いずれも容易ではない。

【0006】そこで、同一のノズルから異なる重量のインク滴を吐出させ階調記憶を可能とする技術も提案されている（例えば、特公平4-15735号公報、米国特許第5,285,215号明細書）。かかる技術では、複数のパルス信号を加えることによって微少なインク滴を複数発生させ、記録紙上に着弾する前に、これら複数の微少インク滴を合体させて大きなインク滴を生成するようになっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記公報記載の従来技術によれば、微少なインク滴と大きなインク滴とを吐出可能であるが、記録紙着弾前にインク滴を合体させるのは難しい。また、記録紙に着弾する前に微少なインク滴を合体させる必要があるため、記録ドット径の可変範囲も狭いという問題がある。

【0008】本発明は、上記のような種々の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、印刷速度を低下させることなく同一ノズルからインク重量の異なる複数のインク滴を吐出できるようにしたインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法を提供することにある。また、本発明の更なる目的は、一印刷周期中に複数のインク滴を複数吐出可能なインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、本発明に係るインクジェット式プリントヘッドの駆動装置では、一印刷周期毎に出力される駆動信号を複数の駆動パルスから構成し、各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データによって、各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択するようにしている。

【0010】即ち、請求項1に係る発明では、インク滴をそれぞれ吐出させるための複数の駆動パルスを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データに基づいて、前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを圧力発生素子に対して一印刷周期内で選択的に入力させるスイッチ手段とを備えたことを特徴としている。

【0011】ある駆動パルスがパルス選択信号によって選択されると、この駆動パルスはスイッチ手段を介して圧力発生素子に入力される。そして、圧力発生素子は駆動パルスに応じた圧力変化を引き起こすため、この圧力変化に応じたインク量のインク滴が吐出される。従って、一の駆動パルスを選択すれば一印刷周期で一のインク滴が吐出され、複数の駆動パルスを選択すれば一印刷周期で複数のインク滴が吐出される。これにより、記録紙等の印刷記憶媒体上に着弾するインク量を調整して、

記録ドット径を可変に制御することができる。

【0012】また、請求項2に係る発明では、それぞれインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと第2の駆動パルスと第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により、一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能な印字データを生成する印字データ生成手段と、前記印字データに基づいて、前記駆動信号を圧力発生素子に対して入力させるスイッチ手段とを備え、前記駆動信号は、第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと、前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと、前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んで構成されていることを特徴としている。

【0013】これによれば、一印刷周期毎に出力される駆動信号は、同量のインク滴を吐出する第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスと、少量のインク滴を吐出する第2の駆動パルスとの合計3つの駆動パルスから構成される。従って、これら第1、第2、第3のインク滴の組み合わせにより記録ドット径を可変に制御することができる。

【0014】即ち、請求項3に記載の発明のように、印字データは、前記駆動信号の各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を組み合わせたり、インク滴を吐出させない第1の階調値と、前記第2の駆動パルスのみを選択して前記第2のインク滴を吐出させる第2の階調値と、前記第1の駆動パルスまたは前記第3の駆動パルスのいずれかを選択して前記第1のインク滴または前記第3のインク滴のいずれかを吐出させる第3の階調値と、前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスを選択して前記第1のインク滴及び第3のインク滴を吐出させる第4の階調値とが、選択可能に構成することができる。

【0015】これにより、第1の階調値では、インク滴が吐出されないため、記録紙上に記録ドットが形成されない。第2の階調値では、少量のインク滴のみが吐出されて記録紙に小径の記録ドットが形成される。第3の階調値では、より多量の第1または第3のインク滴のいずれかが記録紙に向けて吐出されるため、相対的に中程度の記録ドットが形成される。第4の階調値では、第1のインク滴と第3のインク滴の両方が吐出されるため、該各インク滴が記録紙に着弾して混じり合い、相対的に最も大径の記録ドットが形成される。

【0016】また、請求項4に係る発明のように、駆動信号は、インク滴が吐出しない程度に圧力発生素子を作動させる第4の駆動パルスを含み、印字データが選択可能な第1の階調値では該第4の駆動パルスのみを選択するようにしてもよい。

【0017】圧力発生素子をインク滴が吐出しない程度に作動させることにより、メニスカスを微振動させてインクの粘度増加を防止することができる。また、第1の階調値をとる際に第4の駆動パルスを圧力発生素子に入力することができるため、比較的頻繁にメニスカスを微振動させることができる。

【0018】請求項5に係る発明のように、第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの間の周期をプリントヘッドの最大駆動周期に設定するのが好ましい。

【0019】最も高濃度の第4の階調値を実現するための第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの時間周期をプリントヘッドの最大駆動周期に設定すれば、印刷速度が低下することがない。この場合は、第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの間に第2の駆動パルスを配置すればよい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0021】1. 第1の実施の形態

まず、図1は、本発明の第1の実施の形態が適用されるインクジェット式プリンタの機能ブロック図である。

【0022】1-1 全体構成

インクジェット式プリンタは、プリンタコントローラ1とプリントエンジン2とから構成されている。プリンタコントローラ1は、図外のホストコンピュータ等からの印刷データ等を受信するインターフェース（以下「I/F」という）3と、各種データの記憶等を行うRAM4と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶したROM5と、CPU等からなる制御部6と、発振回路7と、後述のプリントヘッド10への駆動信号を発生させる「駆動信号発生手段」としての駆動信号発生回路8と、ドットパターンデータ（ビットマップデータ）に展開された印字データ及び駆動信号等をプリントエンジン2に送信するためのI/F9とを備えている。

【0023】I/F3は、例えばキャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータのいずれか1つのデータまたは複数のデータからなる印刷データをホストコンピュータ等から受信する。また、I/F3は、ホストコンピュータに対してビジー信号（BUSY）やアクノレッジ信号（ACK）等を出力することができる。

【0024】RAM4は、受信バッファ4A、中間バッファ4B、出力バッファ4C及びワークメモリ（図示せず）等として利用されるものである。受信バッファ4Aには、I/F3が受信したホストコンピュータからの印刷データが一時的に記憶される。中間バッファ4Bには、制御部6によって中間コードに変換された中間コードデータが記憶される。出力バッファ4Cには、後述のように階調データをデコードした後のドットパターンデータが展開される。ROM5は、制御部6によって実行される各種制御ルーチンとフォントデータ及びグラフィ

ック関数、各種手続き等を記憶している。

【0025】制御部6は、受信バッファ4A内の印刷データを読み出して中間コードに変換し、この中間コードデータを中間バッファ4Bに記憶する。次に、制御部6は、中間バッファ4Bから読み出した中間コードデータを解析し、ROM5内のフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して中間コードデータをドットパターンデータに展開する。この展開されたドットパターンデータは、必要な装飾処理が行われた後、出力バッファ4Cに記憶される。

【0026】プリントヘッド10の1行分に相当するドットパターンデータが得られると、この1行分のドットパターンデータは、I/F9を介してプリントヘッド10にシリアル伝送される。出力バッファ4Cから1行分のドットパターンデータが出力されると、中間バッファ4Bの内容が消去されて、次の中間コード変換が行われる。ここで、ドットパターンデータに展開された印字データは、後述するように、各ノズル毎の階調データとして例えば4ビット（あるいは3ビット）で構成されている。

【0027】プリントエンジン2は、プリントヘッド10と、紙送り機構（図中「紙送り」と略記）11と、キャリッジ機構（図中「キャリッジ」と略記）12とを備えている。紙送り機構11は、紙送りモータ及び紙送りローラ等からなり、記録紙等の印刷記憶媒体を順次送りだして副走査を行うものである。キャリッジ機構12は、プリントヘッド10を搭載するキャリッジと、該キャリッジをタイミングベルト等を介して走行させるキャリッジモータ等からなり、プリントヘッド10を主走査させるものである。

【0028】プリントヘッド10は、副走査方向に例えば64個等の多数のノズルを有し、所定のタイミングで各ノズルからインク滴を吐出させるものである。ドットパターンデータに展開された印字データは、発振回路7からのクロック信号（CK）に同期して、I/F9からシフトレジスタ13にシリアル伝送される。このシリアル伝送された印字データ（SI）は、一旦、ラッチ回路14によってラッチされる。ラッチされた印字データは、電圧増幅器であるレベルシフタ15によって、スイッチ回路16を駆動できる電圧、例えば数十ボルト程度の所定の電圧値まで昇圧される。所定の電圧値まで昇圧された印字データは、「スイッチ手段」としてのスイッチ回路16に与えられる。スイッチ回路16の入力側には、駆動信号発生回路8からの駆動信号（COM）が印加されており、スイッチ回路16の出力側には、「圧力発生素子」としての圧電振動子17が接続されている。

【0029】印字データは、スイッチ回路16の作動を制御する。例えば、スイッチ回路16に加わる印字データが「1」である期間中は、駆動信号が圧電振動子17に印加され、この駆動信号に応じて圧電振動子は伸縮を

行う。一方、スイッチ回路16に加わる印字データが「0」の間中は、圧電振動子17への駆動信号の供給が遮断される。

【0030】1-2 プリントヘッドの具体的構成
プリントヘッド10の構成を具体的に示したのが図2の回路図である。図1中のシフトレジスタ回路13、ラッチ回路14、レベルシフタ15、スイッチ回路16及び圧電振動子17は、それぞれプリントヘッド10の各ノズルに対応した素子13A~13N、14A~14N、15A~15N、16A~16N、17A~17Nから構成されている。印字データは、（1010）、（0100）等の如く、各ノズル毎に、最上位のビット3から最下位のビット0までの合計4ビットデータで構成されている。そして、全てのノズルについての各桁のビットデータが一印刷周期内にシフトレジスタ13A~13Nに入力される。

【0031】即ち、全ノズル分の最上位のビット3のデータがシフトレジスタ13A~13Nにシリアル転送された後、この全ノズル分のビット3のデータはラッチ素子14A~14Nによってラッチされる。このラッチにより、次に、全ノズル分のビット2のデータがシフトレジスタ13A~13Nに転送される。同様に、次いで全ノズル分のビット1のデータ、全ノズル分のビット0のデータが順次シリアル転送される。

【0032】そして、例えばアナログスイッチとして構成される各スイッチ素子16A~16Nに加わるビットデータが「1」の場合は、駆動信号（COM）が圧電振動子17A~17Nに直接印加され、各圧電振動子17A~17Nは駆動信号の信号波形に応じて変位する。逆に、各スイッチ素子16A~16Nに加わるビットデータが「0」の場合は、各圧電振動子17A~17Nへの駆動信号が遮断され、各圧電振動子17A~17Nは直前の電荷を保持する。

【0033】1-3 プリントヘッドの機械的構成の一例

図3は、プリントヘッド10の機械的構造の一例を示している。基板ユニット21は、ノズル穴22Aが形成されたノズルプレート22とアイランド部23Aが形成された振動板23とによって流路形成板24を挟持することにより、構成されている。流路形成板24には、インク室25、インク供給口26及び圧力発生室27が形成されている。

【0034】基台28には収容室29が形成されており、収容室29内には圧電振動子17（正確には圧電振動子17A~17Nのいずれか）が取り付けられている。圧電振動子17は、その先端が振動板23のアイランド部23Aに当接するように、固定基板30を介して固定されている。ここで、圧電振動子17には、例えば縦振動横効果のPZTが用いられ、充電されると収縮し、放電すると伸長するようになっている。圧電振動子

17への充放電はリード線31を介して行われる。

【0035】なお、圧電振動子17は、縦振動横効果のPZTに限らず、たわみ振動型のPZTでもよい。また、圧力発生素子としては、圧電振動子に限らず、例えば磁歪素子等の他の素子を用いてもよい。また、ヒータ等の熱源によってインクを加熱させ、加熱により生じた気泡によって圧力を変化させる構成でもよい。要するに、外部から与えられる信号に応じて、圧力発生室27内に圧力変動を生じさせる素子であれば用いることができる。

【0036】圧電振動子17を充電すると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、圧力発生室27内の圧力が低下してインク室25から圧力発生室27内にインクが流入する。圧電振動子17を放電させると、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が縮小し、圧力発生室27内の圧力が上昇して圧力発生室27内のインクがノズル穴22Aを介して外部に吐出される。なお、圧力発生室27の容積変化（圧力変化）とインク滴の吐出との関係は、さらに後述する。

【0037】1-4 各駆動パルスと階調表現の関係次に、駆動信号と吐出されるインク滴及び階調表現方法について図4を参照しつつ説明する。図4には、駆動信号の波形と吐出されるインク滴の大小関係とが示されていると共に、駆動信号を用いた階調表現の方法が示されている。駆動信号発生回路8が発生させる駆動信号は、「第1の駆動パルス」としての第1パルスと、「第2の駆動パルス」としての第2パルスと、「第3の駆動パルス」としての第3パルスと、「第4の駆動パルス」としての第4パルスとの合計4つの駆動パルスから構成されている。

【0038】ここで、第1パルス及び第3パルスは、同一のパルス形状を有し、例えば約10ngの中程度のインク滴を吐出するためのものである。この第1パルス、第3パルスによって得られるドット径は、中程度の大きさになるため、これら第1パルス及び第3パルスを「中ドットパルス」として表現することもできる。第2パルスは、第1パルスと第3パルスとの間に位置しており、例えば約2ngの小さいインク滴を吐出させるためのものである。この第2パルスによって小さいドット径が得られるため、第2パルスを「小ドットパルス」として表現することもできる。第3パルスと第1パルスとの間に位置する第4パルスは、ノズル穴22A付近のインクを微振動させてインクの粘度の増加を防止するためのものであり、この第4パルスによってインク滴は吐出されない。第4パルスは「微振動パルス」として表現可能である。

【0039】1-5 各駆動パルスの詳細

次に、駆動信号を構成する各パルスについて、図4中に示す如く、各パルスの各部分に付したP11、P21等の符号を参照しつつ説明する。なお、中ドットを形成す

るための第1パルス及び第3パルスは同一形状なので、第1パルスのみを説明し、第3パルスの説明は省略する。

【0040】まず、第1パルスは、図4中に示すように、その電圧値が中間電位 V_m からスタートし（P11）、中間電位 V_m から所定の電圧勾配 θ_{CM} で「第1の最大電位」としての最大電位 V_{PM} まで上昇し（P12）、最大電位 V_{PM} を所定時間だけ維持する（P13）。次に、第1パルスの電圧値は、最大電位 V_{PM} から所定の電圧勾配 θ_{DM} をもって最低電位 V_L まで下降する（P14）。

【0041】ここで、充電時の電圧勾配 θ_{CM} よりも放電時の電圧勾配 θ_{DM} の方が大きくなるように設定されている。また、第1パルスの電圧値が最大電位 V_{PM} から最低電位 V_L まで低下するのに要する時間は、圧電振動子17の固有振動周期 T_A と略同一に設定されている。なお、最低電位 V_L は、圧電振動子17の分極反転を防止するために、グラウンドレベル（0V）と同じか、あるいはプラス電位であることが好ましい。

【0042】そして、第1パルスの電圧値は、最低電位 V_L を所定時間だけ保持した後（P15）、再び中間電位 V_m まで上昇する（P16）。ここで、最大電位 V_{PM} からの電圧下降の開始から最低電位 V_L の維持終了までの時間は、インクの固有周期（ヘルムホルツ周期）と略同一に設定されている。

【0043】第2パルスの電圧値は、第1パルスと同様に中間電位 V_m からスタートし（P21）、所定の電圧勾配 θ_{CS} で「第2の最大電位」としての最大電位 V_{PS} まで上昇する（P22）。この第2パルスの最大電位 V_{PS} は、第1パルス及び第3パルスの最大電位 V_{PM} よりも小さい。そして、第2パルスの電圧値は、最大電位 V_{PS} を所定時間だけ維持した後（P23）、所定の電圧勾配 θ_{DS} をもって中間電位 V_m まで下降する（P24）。なお、第2パルスでは、充電時の電圧勾配 θ_{CS} の方が放電時の電圧勾配 θ_{DS} よりも大きくなるように設定されている。

【0044】第3パルスは第1パルスと同一なので説明は省略するが、第1パルスと第3パルスとの間の時間周期は、印刷周期の半分となっている。即ち、後述のように記録紙上に大ドットを形成すべく第1パルス及び第3パルスを選択した場合に、中ドット相当のインク滴が時間的に等間隔で吐出されるようになっている。具体的には、例えば印刷周期を14.4kHzとすると、中ドット相当のインク滴の吐出周期は28.8kHzに設定される。また、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定されている。

【0045】第4パルスの電圧も、第1～第3パルスと同様に、中間電位 V_m からスタートして（P41）、例えば「第3の最大電位」として表現可能な最大電位 V_{PN} まで上昇する（P42）。そして、この最大電位 V_{PN}

Nを所定時間維持した後(P43)、中間電位V_mまで下降する。ここで、第4パルスはインク滴を吐出しない程度の微振動を与えるものであるから、第4パルスの最大電位V_{PN}は、第2パルスの最大電位V_{PS}よりも小さい。また、第4パルスの充電時の電圧勾配と放電時の電圧勾配とは略等しい。

【0046】なお、図4中、P12が「第1の電圧上昇波形」、P13が「第1の最大電位維持波形」、P14が「第1の電圧下降波形」、P15が「最低電位維持波形」、P16が「中間電位復帰波形」にそれぞれ対応する。また、P22が「第2の電圧上昇波形」、P23が「第2の最大電位維持波形」、P24が「第2の電圧下降波形」にそれぞれ対応する。

【0047】次に、駆動信号の各パルス単独によるノズル穴22A付近のインクの変化状態を図5～図7を参照しつつ説明する。まず、図5は、第1パルスまたは第3パルスによるインクの変化状態を示している。

【0048】中間電位V_mにあるP11の状態では、メニスカス40はノズル穴22の吐出面から若干引き込まれた位置にある。次に、中間電位V_mから最大電位V_{PM}に上昇するP12の状態では、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、メニスカス40がノズル穴22A内に引き込まれる。このとき、圧力発生室27は、圧電振動子17の収縮速度に応じた速度で膨張する。P13の状態では、一旦引き込まれたメニスカス40が引き込まれる直前の位置に復帰しない程度の時間だけ、最大電位V_{PM}を保持する。

【0049】P14の状態では、メニスカス40をノズル穴22Aの奥に引き込んだ状態で、圧電振動子17を最大電位V_{PM}から最低電位V_Lまで急速に放電させる。これにより、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が収縮し、メニスカス40がノズル穴22Aの吐出面から突出しはじめる。このとき、圧力発生室27は、圧電振動子17の伸長速度に応じた速度で収縮する。最低電位V_Lを維持するP15の状態でも、慣性によりメニスカス40の突出が続く。そして、P16の状態では、メニスカス40が突出した状態で圧電振動子17を再び中間電位V_mまで充電する。これにより、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、ノズル穴22Aから外部に突出したインクが引きちぎれて、中ドットに相当する量のインク滴が吐出される。

【0050】図6には、第2パルスを単独で圧電振動子17に印加した場合のインクの変動状態が示されている。中間電位V_mにあるP21の状態では、メニスカス40はノズル穴22Aの吐出面から若干引き込んだ位置にある。次に、中間電位V_mから最大電位V_{PS}まで昇圧させると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張するため、メニスカス40はノズル穴22A内に引き込まれる。P23の状態では、メニスカス40が元の位置に復帰しない程度の短時間だけ最大電位V_{PS}を保

持する。従って、メニスカス40は、ノズル穴22A内に引き込まれたままである。また、第2パルスの最大電位V_{PS}は、前記第1パルスの最大電位V_{PM}よりも低い。ため、インク室25から圧力発生室27内に流入するインク量は第1パルスの場合よりも少ない。

【0051】最大電位V_{PS}から中間電位V_mまで圧電振動子17を放電させるP24の状態では、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が収縮する。これにより、圧力発生室27内に正圧が生じ、メニスカス40はノズル穴22Aの外部に向けて押し出される(P24aの状態)。そして、ノズル穴22Aから微少なインク滴が吐出される(P24bの状態)。つまり、最大電位V_{PS}を小さくすることにより圧力発生室27内に流入させるインク量を少なくし、かつ、メニスカス40を引き込んだ状態で弱い正圧方向の圧力変化を発生させるため、例えば、第1パルスによるインク滴の約1/5程度の微少なインク滴が吐出される。

【0052】図7には、第4パルスを単独で圧電振動子17に印加した場合のインクの変動状態が示されている。まず、中間電位V_mにあるP41の状態では、前記P11、P21の状態と同様に、メニスカス40はノズル穴22Aから若干引き込んだ位置にある。次に、中間電位V_mから最大電位V_{PN}まで圧電振動子17を充電すると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張するため、メニスカス40がノズル穴22A内に引き込まれる。しかし、最大電位V_{PN}は小さいため、メニスカスの引き込み量は僅かである。最大電位V_{PN}を短時間だけ保持するP43の状態では、メニスカス40はノズル穴22内に少しだけ引き込まれた状態を維持している。そして、最大電位V_{PN}から中間電位V_mまで圧電振動子17を放電させるP44の状態では、圧力発生室27が収縮するため、メニスカス40はノズル穴22Aの吐出面に向けて押し戻される。

【0053】このように、第4パルスは、浅い充放電を行うため、圧力発生室27内の圧力変化が少なく、ノズル穴22Aからインク滴を吐出させずにメニスカス40を微振動させることができる。これにより、インクの粘度増大等を防止することができる。なお、プリントヘッド10がホームポジションにある場合等の限定された状態のときに微振動を与えたり、ノズル穴22Aをキャップで覆ったりすること等によってもノズル穴22Aの詰まりを防止することができる。従って、第4パルスは必ずしも必要ではなく、省略することも可能である。

【0054】1-6 印字データの転送タイミング
次に、第1パルス(中ドット)、第2パルス(小ドット)、第3パルス(中ドット)、第4パルス(微振動)を一または複数選択して多階調表現する方法を、図4等を参照しつつ考える。

【0055】上述したように、シフトレジスタ13からラッチ回路14等を経てスイッチ回路16に加わる印字

データのビットが「1」の期間中には、駆動信号が圧電振動子17に印加され、圧電振動子17は駆動信号の波形に応じて伸縮する。一方、印字データのビットが「0」の期間中には、圧電振動子17への駆動信号の供給が遮断され、圧電振動子17は直前の状態を保持する。従って、印字データのビットを第1～第4パルスの発生タイミングに同期させれば、第1～第4パルスのうちいずれか1つあるいは複数のパルスを選択することができる。

【0056】例えば、ドットを形成しない無ドットの場合（階調値1）、小ドットのみ形成する場合（階調値2）、1個の中ドットのみを形成する場合（階調値3）、2個の中ドットで大ドットを形成する場合（階調値4）の4パターンで記録紙上に記録ドットを形成すれば、4段階のドット階調を行うことができる。なお、4階調の場合、階調値1を（00）、階調値2を（01）、階調値3を（10）、階調値4を（11）のように、各階調値を2ビットデータで表すことができる。

【0057】インク滴を吐出しない無ドットの階調値1の場合は、微振動を発生させるだけの第4パルスを圧電振動子17に供給すればよい。従って、階調値1の場合は、スイッチ回路16に対して、第1～第3パルスの発生期間中は「0」を印加する一方、第4パルスの発生と同期させて「1」を印加すれば、第4パルスのみを圧電振動子17に加えることができる。つまり、階調値1を示す2ビットのデータ（00）を4ビットデータ（0001）に翻訳（デコード）することにより、インク滴を吐出しない第4パルスのみを圧電振動子17に印加することができ、無ドットの階調値1を実現することができる。

【0058】同様に、スイッチ回路16に対して、第1パルス、第3パルス及び第4パルスの期間中に「0」を与え、第2パルスに同期させて「1」を印加すれば、つまり、4ビットデータ（0100）を所定のタイミングでスイッチ回路16に与えれば、第2パルスのみが圧電振動子17に供給され、これにより、小ドット相当のインク滴を記録紙に着弾させて階調値2を実現することができる。

【0059】同様に、4ビットデータ（1000）をスイッチ回路16に与えれば、第1パルスのみが圧電振動子17に印加され、これにより、記録紙に中ドットが1個形成されて階調値3が実現される。

【0060】同様に、4ビットデータ（1010）をスイッチ回路16に与えれば、中ドットを形成する第1パルス及び第3パルスのみが圧電振動子17に供給される。これにより、記録紙上に中ドット相当のインク滴が続けて2発着弾し、各インク滴が混じり合って実質的に1つの大ドットが形成される。

【0061】上述のように、各駆動パルス毎に1ビットのデータを割り当てて印字データを構成すれば、各ビッ

トの値によって所望の駆動パルスのみを選択することができる。この各駆動パルスそれぞれに割り当てられる1ビットのデータが「パルス選択信号」に該当する。また、印字データの生成は「印字データ生成手段」としての制御部6が行い、生成された印字データは出力バッファ4Cに記憶される。なお、第4パルスを省略する場合は、無ドットの階調値1を（000）、小ドットのみを階調値2を（010）、中ドットのみを階調値3を（100）、中ドット2発による大ドットの階調値4を（101）のように、3ビットのデータをスイッチ回路16に与えればよい。

【0062】次に、4ビットの印字データをスイッチ回路16等に与える具体的構成について、図8の波形図を参照しつつ説明する。

【0063】まず、各ノズルについての2ビットの階調値（b1, b0）は、上述した4ビットの印字データ（D1, D2, D3, D4）に翻訳された状態で出力バッファ4Cに記憶されている。ここで、D1は第1パルスの選択信号、D2は第2パルスの選択信号、D3は第3パルスの選択信号、D4は第4パルスの選択信号である。この4ビットの印字データは、一印刷周期内にプリントヘッド10の各ノズルに対応したスイッチ回路16に与えられる。

【0064】ここで、プリントヘッド10のノズル数をn個とし、副走査方向のある位置における1番目のノズルの印字データを（D11, D21, D31, D41）、2番目のノズルの印字データを（D12, D22, D32, D42）のように表した場合、シフトレジスタ13には、全ノズルについての第1パルス選択信号D1のデータ（D11, D12, D13, . . . D1n）がクロック信号に同期してシリアル入力される。同様に、全ノズルについての第2パルス選択信号D2のデータ（D21, D22, D23, . . . D2n）、全ノズルについての第3パルス選択信号D3のデータ（D31, D32, D33, . . . D3n）、全ノズルについての第4パルス選択信号D4のデータ（D41, D42, D43, . . . D4n）が、一印刷周期内でシフトレジスタ13に転送される。

【0065】より具体的には、目的とする駆動パルスが発生する前に、当該駆動パルスを選択する印字データがシフトレジスタ13に転送される。そして、目的とするパルスの発生に同期させて、シフトレジスタ13が記憶した印字データをラッチ回路14に転送して記憶させる。ラッチ回路14に移された印字データは、レベルシフタ15により所定電圧に昇圧されてからスイッチ回路16に入力される。

【0066】例えば、図8に示す如く、第1パルスを選択するD1のデータは、第1パルスの直前の第4パルス発生期間内にシフトレジスタ13に転送されている。そして、第1パルスの発生に合わせてラッチ信号が出力さ

れ、このラッチ信号により、シフトレジスタ13が記憶したD1の印字データは、パラレル信号に変換されてラッチ回路14に転送される。このラッチ回路14に転送されたD1の印字データは、レベルシフト15によって所定の電圧値に昇圧された後、スイッチ回路16に供給される。これにより、ノズルに与えられたD1の値が「1」の場合は、第1パルスに従って圧電振動子17が伸縮するため、該ノズルから中ドット相当のインク滴が吐出され、このインク滴が記録紙に着弾して中ドットの記録ドットが形成される。一方、与えられたD1の値が「0」であるノズルは、第1パルスが圧電振動子17に印加されないため、インク滴を吐出しない。同様にして、D2のデータ、D3のデータ、D4のデータは、それぞれ目的とする駆動パルスが発生する直前の期間内にシフトレジスタ13に転送される。

【0067】図9は、各駆動パルスの組み合わせにより得られるパターンを示している。上述したように、4ビットの印字データ(0100)を与えれば小ドットが、(1000)を与えれば中ドットが、(1010)を与えれば中ドット2発による大ドットが、(0000)を与えれば微振動のみの無ドットが得られる。

【0068】また、図9中の最下段に示すように、印字データ(0110)を与えれば、小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とを続けて記録紙に着弾させることができる。この場合は、記録紙上で小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とが混じり合っており、中ドットと大ドットの略中間の大きさの記録ドットを得ることが可能である。ここで、注目すべきは、最初に小ドット相当のインク滴を吐出し、次に中ドット相当のインク滴を吐出している点である。これとは逆に、最初に中ドット相当のインク滴を吐出し、次に小ドット相当のインク滴を吐出する構成の場合、つまり、印字データ(1100)を与えて第1パルス及び第2パルスを選択する場合を考える。この場合は、先に吐出された中ドット相当のインク滴を圧力発生室27内に補充するための時間及びインク滴吐出後のメニスカスの残留振動が静定するまでの時間がかかる。従って、インク滴を安定的に吐出するのが難しい。しかし、本実施の形態では、まず最初に小ドット相当のインク滴を吐出し、次に中ドット相当のインク滴を吐出するため、インクの補充時間が短く、メニスカスの残留振動も速やかに静定する。従って、一印刷周期内に重量の異なる2つのインク滴を吐出することができる。

【0069】本実施の形態によれば、複数の駆動パルスによって基本波形たる駆動波形を形成し、各駆動パルスに対応したビットデータからなる印字データをスイッチ回路16に与える構成のため、一印刷周期内で、各ノズルから一つまたは複数のインク滴をそれぞれ吐出させることができる。従って、記録紙上における各記録ドット毎に多階調の表現を行うことができ、印刷速度を低下

せることなく高品位の印刷を実現することができる。

【0070】具体的には、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと小ドット相当のインク滴を吐出させる第2パルスとを含んで駆動信号を形成するため、インク滴を吐出しない「第1の階調値」としての階調値1、小ドット相当のインク滴を吐出させる「第2の階調値」としての階調値2、中ドット相当のインク滴を吐出させる「第3の階調値」としての階調値3及び中ドット相当のインク滴を2つ吐出させる「第4の階調値」としての階調4、の合計4段階の階調表現を各ノズル毎に行うことができる。

【0071】また、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定されているため、印刷速度を低下させることなく中ドットを連続して吐出させることができる。なお、第4パルスを省略する場合は、第4パルスの時間だけ中間電位 V_m を保持すればよい。

【0072】2. 第2の実施の形態

次に、図10及び図11に基づいて本発明の第2の実施の形態を説明する。なお、以下の各実施の形態では、上述した第1の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0073】図10に示された本実施の形態の駆動信号も、第1の実施の形態の駆動信号と同様に、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと、小ドット相当のインク滴を吐出させる第2パルスと、メニスカスを微振動させる第4パルスとから構成されている。しかし、本実施の形態では、中間電位 V_m に替わってベース電位 V_B が電圧変化の基準になっており、各駆動パルスは台形状に形成されている。

【0074】第1パルスは、例えばグラントレレベルのベース電位 V_B から始まり(P11)、次に、最大電位 V_{PM} まで所定の電圧勾配 θ_{CM} で上昇する(P12)。そして、この最大電位 V_{PM} を所定時間だけ維持した後(P13)、ベース電位 V_B まで所定の電圧勾配 θ_{DM} で低下し(P14)、このベース電位 V_B を維持する(P15)。ここで、放電時の電圧勾配 θ_{DM} は、充電時の電圧勾配 θ_{CM} よりも大きい。また、最大電位 V_{PM} を保持する時間は、メニスカスが直前の状態に戻らない程度の短時間に設定されている。

【0075】第2パルスは、ベース電位 V_B から所定の電圧勾配 θ_{CS} をもって最大電位 V_{PS} まで上昇し(P21)、最大電位 V_{PS} をメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持する(P22)。そして、最大電位 V_{PS} から所定の電圧勾配 θ_{DS} でベース電位 V_B まで低下する。ここで、充電時の電圧勾配 θ_{CS} の方が放電時の電圧勾配 θ_{DS} よりも大きい。

【0076】第3パルスは第1パルスと同形状なので説明を省略する。なお、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定され

ている。

【0077】微振動を与える第4パルスは、ベース電位VBから最大電位VPNまで上昇し(P41)、最大電位VPNを短時間だけ保持した後(P42)、ベース電位VBまで低下する(P43)。

【0078】図11は、本実施の形態によるインク滴の吐出パターンを示している。第1の実施の形態で述べたと同様に、第2パルスのみを選択すれば記録紙上に小径の記録ドットが形成され(印字データ(0100))、第1パルスのみを選択すれば中程度の記録ドットが形成される(印字データ(1000))。また、第1パルス及び第3パルスを選択すれば、中ドット相当のインク滴が記録紙上に2発着弾して大径の記録ドットが形成され(印字データ(1010))、第4パルスのみを選択すればメニスカスに微振動が与えられる(印字データ(0001))。さらに、印字データ(0110)をスイッチ回路16に与えれば、第2パルス及び第3パルスを選択して、小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とを記録紙上に2発着弾させることができ、これにより、中ドットと大ドットとの中間の大きさの記録ドットを得ることができる。

【0079】このように構成される本実施の形態でも、複数の駆動パルスから基本波形としての駆動信号を形成し、印字データによっていずれか一つの駆動パルスまたは複数の駆動パルスを選択可能に構成しているため、第1の実施の形態と同様に、印刷速度の低下を招くことなく高品位の多階調印刷を実現することができる。

【0080】なお、本実施の形態は、例えば以下のように表現することができる。「第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、ベース電位VBから第1の最大電位VPMまで上昇する第1の電圧上昇波形(P12, P32)と、前記第1の最大電位VPMを維持する第1の最大電位維持波形(P13, P33)と、前記第1の最大電位VPMから前記ベース電位VBまで下降する第1の電圧下降波形(P14, P34)とを有して構成され、第2の駆動パルスは、ベース電位VBから前記第1の最大電位VPMよりも小さい第2の最大電位VPSまで上昇する第2の電圧上昇波形(P21)と、前記第2の最大電位VPSを維持する第2の最大電位維持波形(P22)と、前記第2の最大電位VPSから前記ベース電位VBまで下降する第2の電圧下降波形(P23)とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置」。

【0081】3. 第3の実施の形態

次に、図12及び図13に基づいて本発明の第3の実施の形態を説明する。

【0082】図12の波形図に示すように、本実施の形態による駆動信号も、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと、小ドット相当のイン

ク滴を吐出させる第2パルスと、メニスカスに微振動を与えるための第4パルスとを含んで構成されている。

【0083】各パルスの形状について説明する。まず、第1パルスは、中間電位Vmから始まり(P11)、次に、中間電位Vmから第1の最低電位VLMまで所定の電圧勾配 θ_{DM} で下降する(P12)。そして、この第1の最低電位VLMをメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持した後(P13)、中間電位Vmまで所定の電圧勾配 θ_{CM} で上昇し(P14)、この中間電位Vmを維持する(P15)。ここで、放電時の電圧勾配 θ_{DM} は、充電時の電圧勾配 θ_{CM} よりも大きい。第3パルスは第1パルスと同一形状であり、第1パルスと第3パルスとの間の時間はプリントヘッド10の最大駆動周期に設定されている。

【0084】第2パルスは、中間電位Vmから所定の電圧勾配 θ_{CS} をもって最大電位VPSまで上昇し(P21)、最大電位VPSをメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持する(P22)。そして、最大電位VPSから所定の電圧勾配 θ_{DS} で中間電位Vmまで低下する。ここで、充電時の電圧勾配 θ_{CS} の方が放電時の電圧勾配 θ_{DS} よりも大きい。

【0085】第4パルスは、中間電位Vmから第2の最低電位VLNまで下降し(P41)、この最低電位VLNを短時間だけ保持した後(P42)、中間電位Vmに復帰する(P43)。

【0086】図13は、本実施の形態によるインク滴の吐出パターンである。前記各実施の形態で述べたと同様に、第2パルスのみを選択、第1パルスのみを選択、第1パルス及び第3パルスの選択、第4パルスのみを選択、第2パルス及び第3パルスの選択によって、それぞれ小径の記録ドット、中程度の記録ドット、大ドット、微振動、中ドットと大ドットとの中間の記録ドットを得ることができる。

【0087】このように構成される本実施の形態でも、上述した各実施の形態と同様の効果を得ることができる。なお、本実施の形態は、例えば以下のように表現することができる。「第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、中間電位Vmから第1の最低電位VLMまで下降する第1の電圧下降波形(P12, P32)と、前記第1の最低電位VLMを維持する第1の最低電位維持波形(P13, P33)と、前記第1の最低電位VLMから前記中間電位Vmに復帰する第1の中間電位復帰波形(P14, P34)とを有して構成され、第2の駆動パルスは、中間電位Vmから最大電位VPSまで上昇する電圧上昇波形(P21)と、前記最大電位VPSを維持する最大電位維持波形(P22)と、前記最大電位VPSから前記中間電位Vmまで下降する第2の電圧下降波形(P23)とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置」。

【0088】なお、当業者であれば、各実施の形態に記載された本発明の要旨の範囲内で種々の追加、変更等が可能である。例えば、2ビットの階調データから4ビットの印字データへの変換をデコード回路によって行ってもよい。

【0089】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明に係るインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法によれば、駆動信号を形成する複数の駆動パルスを印字データによって選択可能な構成としたため、同一のノズルから重量の異なるインク滴を吐出できると共に、一印刷周期内で複数のインク滴を吐出することができる。従って、記録紙上の記録ドット径を可変に調整して高品位の多階調画像を高速に印刷することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態が適用されるインクジェット式プリンタの全体構成を示す構成説明図。

【図2】プリントヘッド駆動回路の要部を示す回路図。

【図3】プリントヘッドの機械的構造を示す構成説明図。

【図4】本発明の第1の実施の形態に用いられる駆動信号と階調値等との関係を示す説明図。

【図5】第1の駆動パルスまたは第3の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

【図6】第2の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

【図7】第4の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

【図8】駆動信号の各駆動パルスと印字データの転送タイミング等との関係を示すタイムチャート。

【図9】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

【図10】本発明の第2の実施の形態に用いられる駆動信号の各駆動パルスと印字データ等との関係を示すタイムチャート。

【図11】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

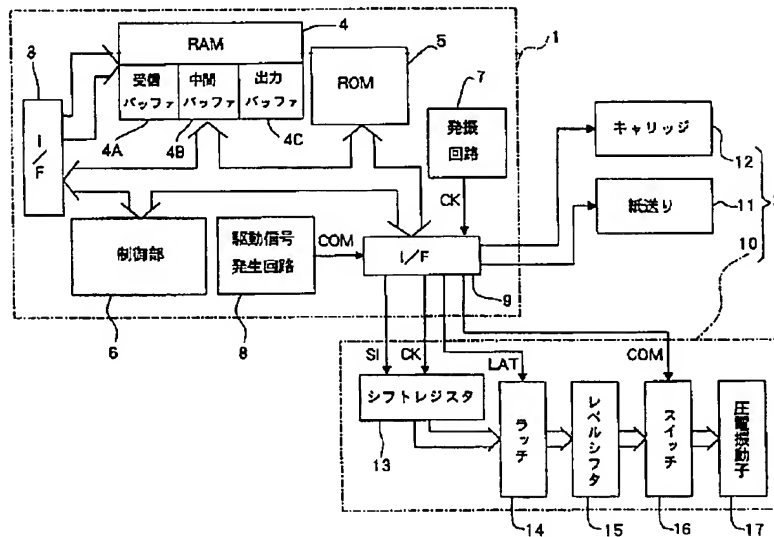
【図12】本発明の第3の実施の形態に用いられる駆動信号の各駆動パルスと印字データ等との関係を示すタイムチャート。

【図13】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

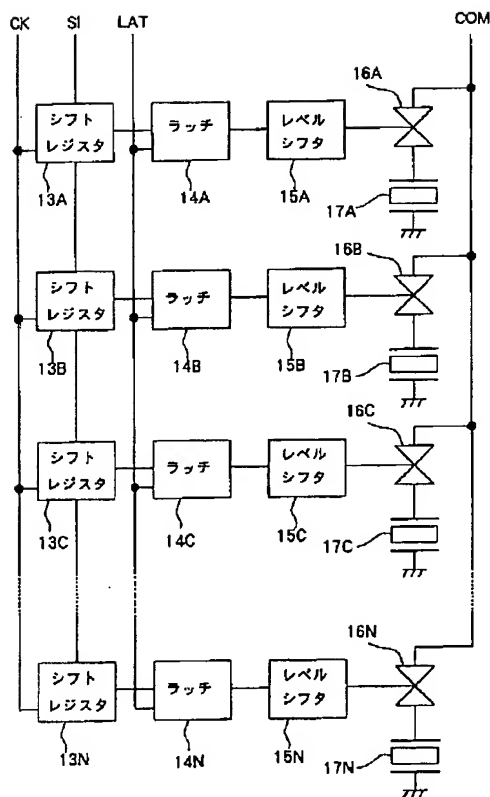
【符号の説明】

- 1 プリンタコントローラ
- 2 プリントエンジン
- 6 制御部
- 8 駆動信号発生回路
- 10 プリントヘッド
- 16 スイッチ回路
- 17 圧電振動子
- 22A ノズル穴
- 27 圧力発生室

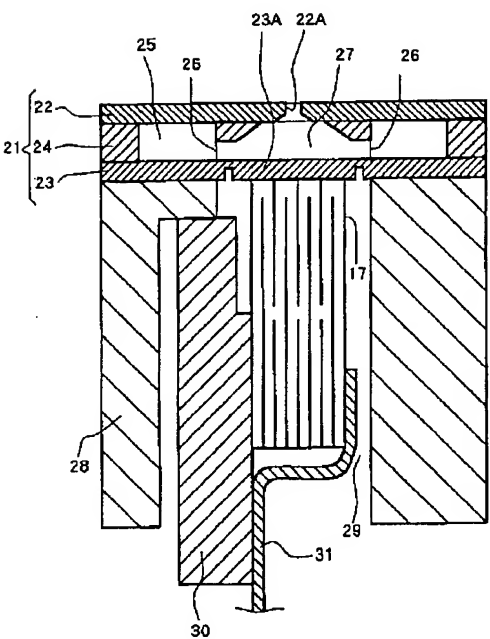
【図1】



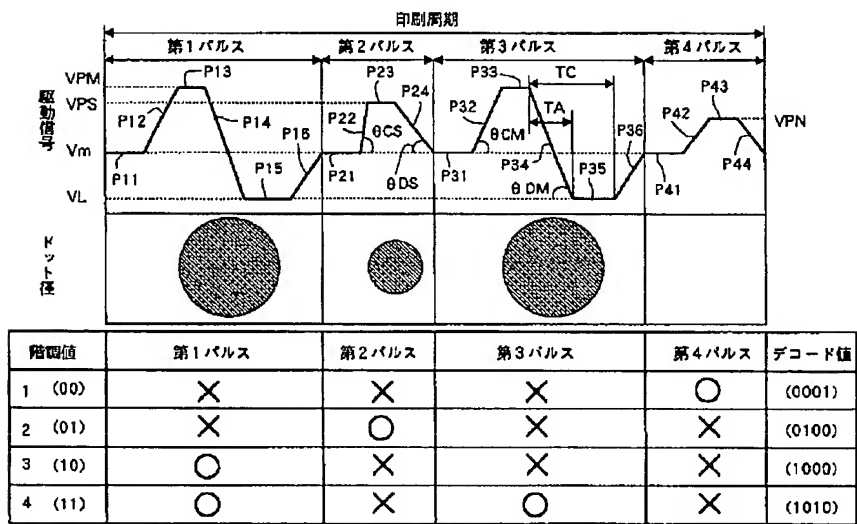
【図2】



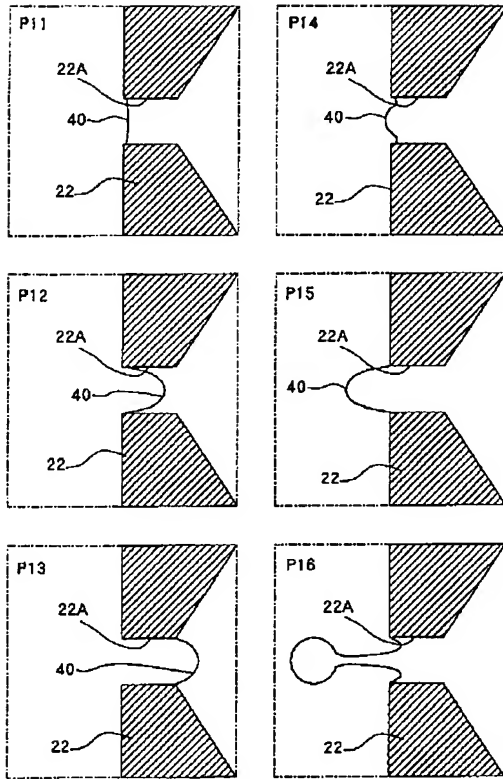
【図3】



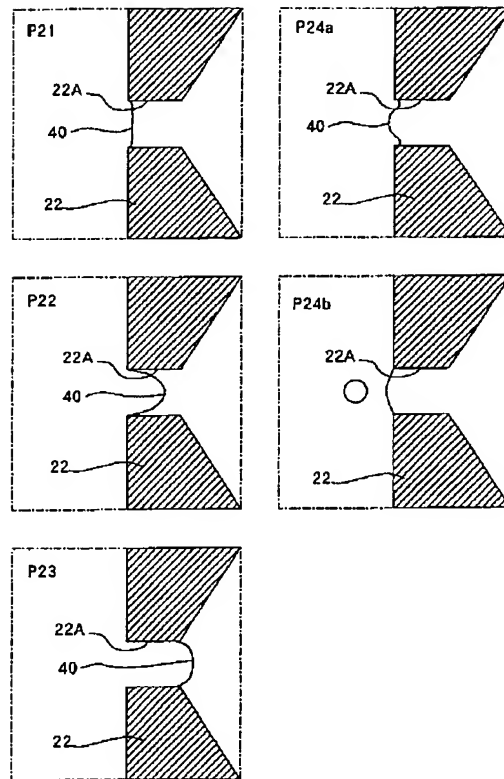
【図4】



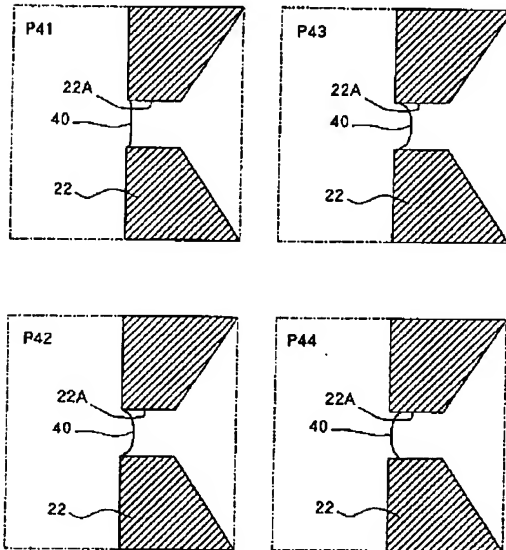
【図5】



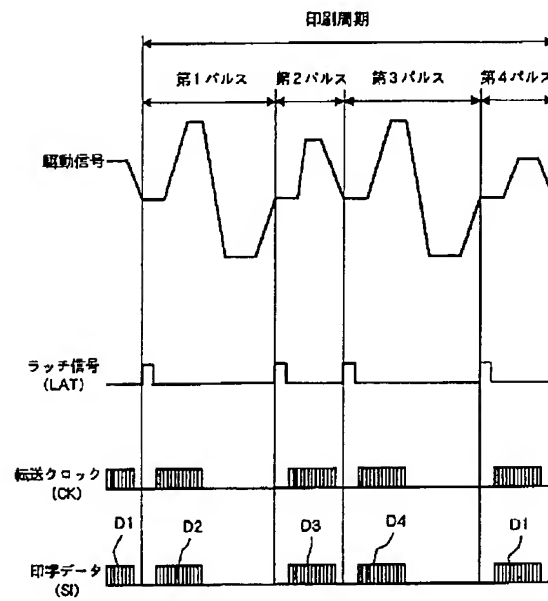
【図6】



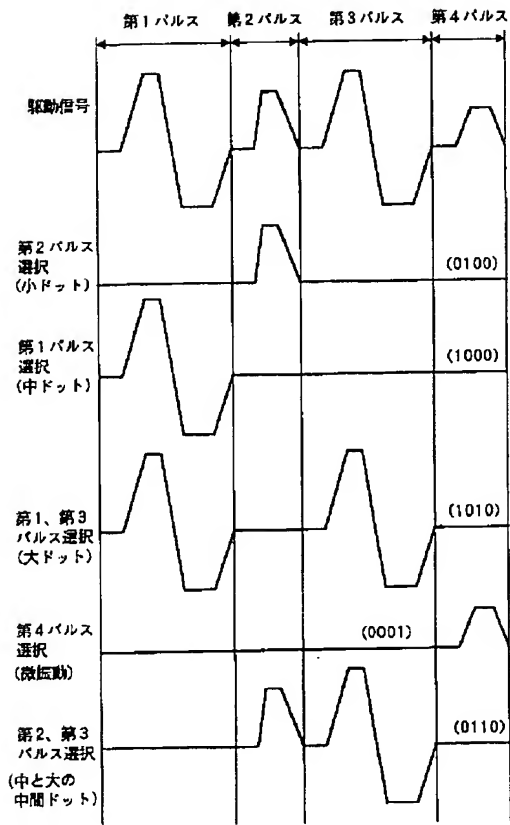
【図7】



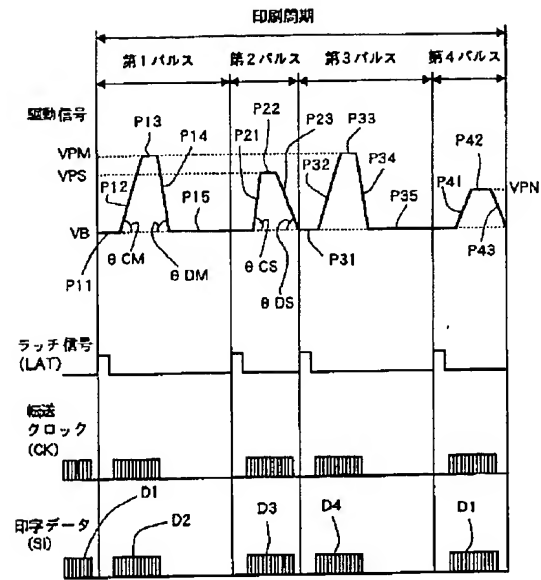
【図8】



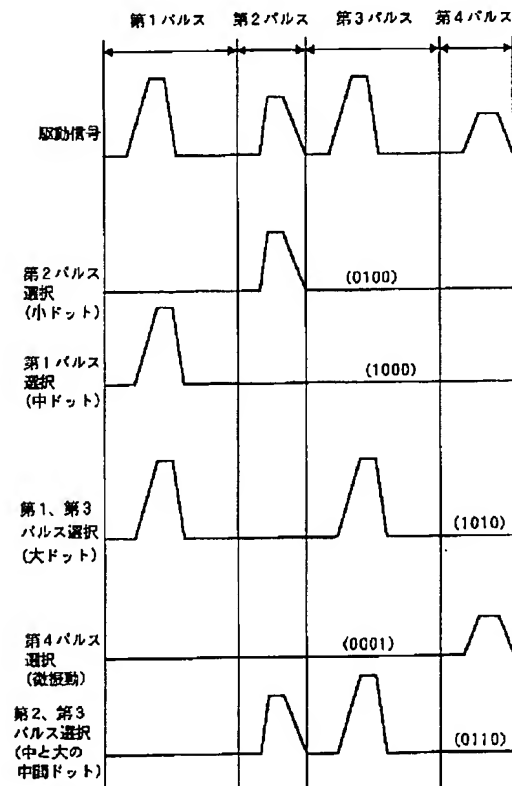
【図9】



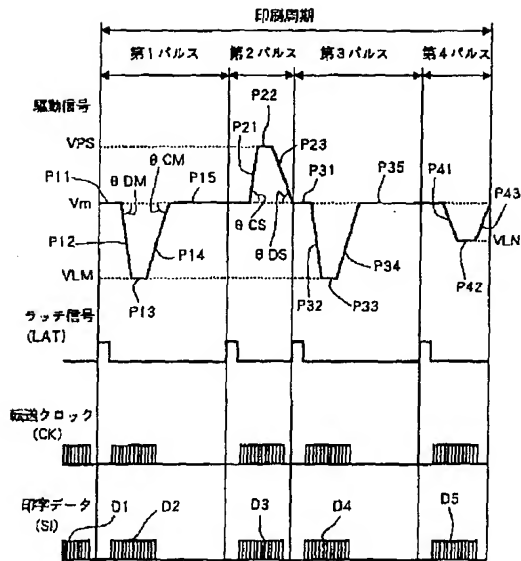
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

